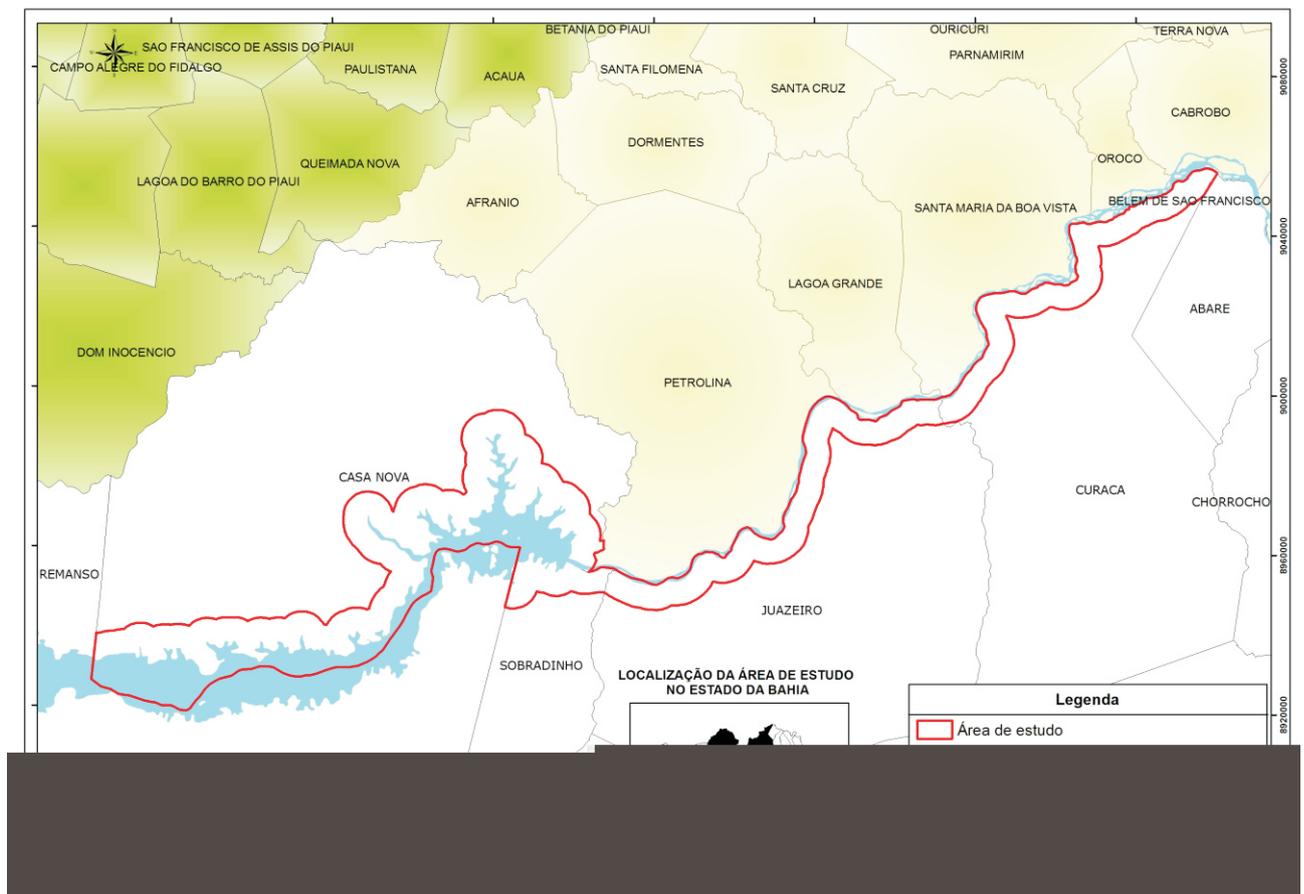


## Uso Atual e Ocupação dos Solos na Margem Direita do Rio São Francisco em Municípios do Estado da Bahia



ISSN 1808-9968

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Semiárido  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 91***

### **Uso Atual e Ocupação dos Solos na Margem Direita do Rio São Francisco em Municípios do Estado da Bahia**

*Tony Jarbas Ferreira Cunha*

*Iêdo Bezerra Sá*

*Tatiana Ayako Taura*

*Vanderlise Giongo*

*Maria Sonia Lopes da Silva*

*Manoel Batista de Oliveira Neto*

*José Coelho de Araújo Filho*

Embrapa Semiárido

Petrolina, PE

2011

Esta publicação está disponibilizada no endereço: [www.cpatsa.embrapa.br](http://www.cpatsa.embrapa.br)

**Embrapa Semiárido**

BR 428, km 152, Zona Rural  
Caixa Postal 23 CEP 56302-970 Petrolina, PE  
Fone: (87) 3866-3600 Fax: (87) 3866-3815  
[sac@cpatsa.embrapa.br](mailto:sac@cpatsa.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima  
Secretário-Executivo: Anderson Ramos de Oliveira

Membros: Ana Valéria de Souza  
Andréa Amaral Alves  
Gislene Feitosa Brito Gama  
José Maria Pinto  
Juliana Martins Ribeiro  
Magna Soelma Bezerra de Moura  
Mizael Félix da Silva Neto  
Patrícia Coelho de Souza Leão  
Sidinei Anunciação Silva  
Vanderlise Giongo  
Welson Lima Simões

Supervisão editorial: Sidinei Anunciação Silva  
Revisão de texto: Sidinei Anunciação Silva  
Normalização bibliográfica: Sidinei Anunciação Silva  
Tratamento de ilustrações: Nivaldo Torres dos Santos  
Editoração eletrônica: Nivaldo Torres dos Santos  
1ª edição (2011): formato digital

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**É permitida a reprodução parcial do conteúdo desta publicação desde que citada a fonte.**

**CIP. Brasil. Catalogação na Publicação  
Embrapa Semiárido**

---

Uso atual e ocupação dos solos na margem direita do Rio São Francisco em municípios do Estado da Bahia / Tony Jarbas Ferreira Cunha... [et al.]. --- Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

29 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 91).

1. Rio São Francisco. 2. Caatinga. 3. Solos. 4. Juazeiro. 5. Sobradinho. 6. Curaçá. I. Título. II. Série.

CDD 333.9533

---

© Embrapa 2011

## Sumário

Resumo .....	4
Abstract .....	6
Introdução .....	8
Material e Métodos .....	11
Resultados e Discussão .....	20
Conclusões .....	27
Referências .....	28

# Uso Atual e Ocupação dos Solos na Margem Direita do Rio São Francisco em Municípios do Estado da Bahia

*Tony Jarbas Ferreira Cunha*<sup>1</sup>

*Iêdo Bezerra Sá*<sup>2</sup>

*Tatiana Ayako Taura*<sup>3</sup>

*Vanderlise Giongo*<sup>4</sup>

*Maria Sonia Lopes da Silva*<sup>5</sup>

*Manoel Batista de Oliveira Neto*<sup>6</sup>

*José Coelho de Araújo*<sup>7</sup>

## Resumo

A paisagem do Submédio Vale do São Francisco tem, ao longo dos anos, passado por constantes alterações que decorrem de atividades antrópicas, onde a vegetação original da Caatinga hiperxerófila foi gradativamente eliminada pelo processo extrativista e parte cedendo espaço ao processo de uso agrícola. Dessa forma, muitas áreas sem aptidão ou de aptidão restrita para o uso agrícola são cultivadas, aumentando o risco de degradação pelo efeito da erosão que atinge, inclusive, a vegetação ciliar. A recuperação desta vegetação é um grande

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Solos, pesquisador da Embrapa Semiárido, BR 428, km 152, Zona Rural, Petrolina-PE. [tony@cpatsa.embrapa.br](mailto:tony@cpatsa.embrapa.br).

<sup>2</sup> Engenheiro-florestal, D.Sc. em Geoprocessamento, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. [iedo@cpatsa.embrapa.br](mailto:iedo@cpatsa.embrapa.br).

<sup>3</sup> Engenheira-cartógrafa, M.Sc. em Geotecnologias, Analista da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. [tatiana.taura@cpatsa.embrapa.br](mailto:tatiana.taura@cpatsa.embrapa.br).

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos, pesquisadora da Embrapa Semiárido. [vanderlise@cpatsa.embrapa.br](mailto:vanderlise@cpatsa.embrapa.br).

<sup>5</sup> Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos, pesquisador da Embrapa Solos, UEP/Recife, Recife, PE. [sonia@uep.cnps.embrapa.br](mailto:sonia@uep.cnps.embrapa.br).

<sup>6</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Solos, pesquisador da Embrapa Solos, UEP-Recife, Recife, PE. [neto@uep.cnps.embrapa.br](mailto:neto@uep.cnps.embrapa.br).

<sup>7</sup> Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Geoquímica, pesquisador da Embrapa Solos, UEP-Recife, Recife, PE.

desafio, haja vista as dificuldades de conciliar a garantia do sustento das famílias ribeirinhas e de torná-las parte integrante deste processo de reconstituição da mata ciliar. O objetivo geral deste estudo foi avaliar o uso e ocupação dos solos e integrar e fortalecer estudos ambientais para a preservação da vegetação ciliar. Também visou contribuir com a recuperação de áreas degradadas, florestamento, reflorestamento e ecossistemas agrossilviculturais, encaminhados ao Programa de Revitalização da Bacia do Rio São Francisco, para os municípios de Casa Nova, Juazeiro, Curaçá e Sobradinho, no Estado da Bahia. Para a identificação e mapeamento do uso atual dos solos e quantificação de áreas degradadas, inicialmente foram realizados estudos básicos nos municípios alvo do projeto. O sensoriamento remoto constituiu uma importante ferramenta para o monitoramento e análise dos ambientes dos municípios contemplados no projeto. O Município de Juazeiro apresentou maior proporção percentual de áreas degradadas (51,12 %), seguido pelo Município de Sobradinho com 34,12%, Casa Nova 23,13% e Curaçá com 13,19%. As áreas com vegetação de Caatinga arbustiva se destacam na maioria dos municípios estudados, sendo a maior área observada no Município de Casa Nova (525,190 km<sup>2</sup>). Em termos de cobertura vegetal, o Município de Casa Nova apresentou a maior área (964,164 km<sup>2</sup>). De um modo geral, pode-se dizer que nos três municípios, praticamente toda a vegetação ciliar foi retirada e que a grande maioria dos solos relacionados aos sedimentos fluviais encontra-se com elevado grau de salinização e degradação.

**Palavras-chave:** zona ripária, estudos edafo-ambientais, recuperação de áreas degradadas.

# Current Use and Occupation of Soils on the Riverbank of the São Francisco River in Municipalities of the State of Bahia

---

*Tony Jarbas Ferreira Cunha<sup>1</sup>*

*Iêdo Bezerra Sá<sup>2</sup>*

*Tatiana Ayako Taura<sup>3</sup>*

*Vanderlise Giongo<sup>4</sup>*

*Maria Sônia Lopes da Silva<sup>5</sup>*

*Manoel Batista de Oliveira Neto<sup>6</sup>*

*José Coelho de Araújo<sup>7</sup>*

## Abstract

Over the years the submedian countryside of the São Francisco Valley has undergone constant change due to anthropic activities where the original hyperxerophilous Caatinga vegetation has been gradually eliminated by the extrativist process and partly given over to space for agricultural use. In this way many areas without suitability or of limited suitability for agricultural use have been cultivated, increasing the risk of degradation by the effect of erosion, which affects the vegetation, including the riparian vegetation. The recuperation of this vegetation has been a great challenge in face of the difficulties to conciliate the guarantee of the livelihood of riverside families and turning them into an integral part of this reconstitution process of the riparian forest. The general objective of this study was to evaluate the use and occupation of the soils and to integrate and strengthen environmental studies for the preservation of the riparian vegetation. It also intended to contribute to the recuperation of degraded areas, forestation, reforestation and agrosilvicultural ecosystems directed towards the Revitalization Program of the São Francisco River Basin

for the municipalities of Casa Nova, Juazeiro, Curaçá and Sobradinho, in the State of Bahia. Initially, basic studies of the project's target municipalities were carried out for the identification and mapping of the current soil use and quantification of degraded areas. Remote sensing constituted an important tool for the monitoring and analysis of the environments of the municipalities contemplated in the study. The municipality of Juazeiro presented the largest proportional percentage of degraded areas (51,12%), followed by the municipality of Sobradinho with 34,12%, Casa Nova (23,13%) and Curaçá with 13,19%. The areas with arborous Caatinga vegetation stand out in most of the studied municipalities with the largest observed area being in the municipality of Casa Nova (525,190 km<sup>2</sup>). On the other hand, in terms of vegetation cover, the municipality of Casa Nova presented the largest area (964,164 km<sup>2</sup>). In a general way, it can be said that in the three municipalities, practically the whole riparian vegetation has been removed and the greater part of the soils related to fluvial sediments have been found to contain an elevated degree of salinity and degradation.

**Keywords:** riparian zone, edapho-environmental studies, recuperation of degraded areas.

## Introdução

O estudo dos solos e ambientes que ocorrem na paisagem nordestina tem assumido indiscutível importância nestas últimas décadas. O acentuado progresso da ciência trouxe novos e fundamentais conhecimentos que permitiram, em poucos anos, entender e aprofundar consideravelmente o estudo científico da pedologia, a partir dos conhecimentos sobre o meio ambiente.

Atualmente, o grande desafio é equacionar a atividade produtiva com a geração de renda e o desenvolvimento sustentável, compatibilizando interesses ambientais, econômicos e sociais. Para isso, o conhecimento dos recursos naturais é fundamental para qualquer etapa do planejamento e do desenvolvimento sustentável, uma vez que proporciona informações referenciais que auxiliam na exploração racional destes recursos, principalmente do solo e da água (CALDERANO FILHO, 2003).

A paisagem do Submédio do Vale São Francisco tem, ao longo dos anos, passado por constantes alterações por causa das atividades antrópicas, onde a vegetação original da Caatinga hiperxerófila foi gradativamente eliminada pelo processo extrativista e parte convertida ao processo de uso agrícola. Dessa forma, muitas áreas sem aptidão ou de aptidão restrita para o uso agrícola são cultivadas, resultando em grande risco de degradação pelo efeito da erosão que atinge, inclusive, a vegetação ciliar.

Este processo de degradação das formações ciliares, além de desrespeitar a legislação, que torna obrigatória a preservação das mesmas, resulta em vários problemas ambientais. As matas ciliares contribuem com a estabilização dos terraços aluvionares e funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e a população humana.

A exploração econômica da terra, embora necessária, pode exercer pressão prejudicial e degenerativa sobre o ambiente, restringindo as possibilidades de utilizações futuras dos recursos naturais. A degradação do recurso solo, na maioria das vezes, tem sido provocada por ações

humanas inadequadas sobre a base de recursos naturais. Em diversos locais da área de estudo, a permanência do solo desnudo por longos períodos favorece à erosão e o assoreamento do Rio São Francisco.

A exploração agrícola e pecuária inadequadas deixam marcas profundas na paisagem do Submédio do Vale São Francisco, onde o processo erosivo atinge grau avançado, ocasionando, em alguns locais, a remoção parcial da camada superficial do solo. Nas áreas de pastagens, muitas delas degradadas, observam-se atualmente vários focos de erosão.

Além do mais, a reduzida cobertura vegetal da Caatinga e a utilização de práticas inadequadas de manejo do solo podem conduzir a região a uma situação bastante grave no que se refere à degradação ambiental, com perda dos recursos solo, água e biodiversidade. Essas alterações na paisagem, em função de diferentes tipos e usos do solo, não foram acompanhadas de estudos que relatassem as mudanças provocadas ao longo do tempo na composição e estrutura dos elementos da paisagem.

O mau uso dos recursos solo, água e planta, de forma continuada, embora não tão visível, pode contribuir de forma expressiva, direta ou indiretamente, para a degradação ambiental. Outro componente que ocasiona degradação dos recursos naturais é o manejo inadequado dos solos irrigado das várzeas do São Francisco que tem causado a salinização de áreas importantes.

Os desmatamentos desordenados têm propiciado à erosão das terras podendo levar ao assoreamento de rios, riachos e reservatórios (SANTOS; ROMANO, 2005). A poluição do solo e, ou, da água por fertilizantes e pesticidas pode afetar a fauna, flora e a saúde do homem. Indiretamente, também pode reduzir a fertilidade do solo, com consequências negativas sobre a produtividade das culturas e, por conseguinte, sobre a alimentação, saúde e renda dos trabalhadores.

A exploração intensiva e extensiva das áreas de mata ciliar e a necessidade de recuperá-las constituem grandes desafios, haja vista as dificuldades de conciliar a garantia do sustento das famílias ribeirinhas

e de torná-las parte integrante do processo de reconstituição da mata ciliar.

A caracterização dos diferentes usos do solo e cobertura das terras em uma região é considerada como uma etapa fundamental nos trabalhos de planejamento e organização do espaço para fins de usos agrícolas e não agrícolas. Tal conhecimento quanto à sua natureza, localização e forma de ocorrência, são de grande valia para a programação de atividades que visam ao desenvolvimento agrícola, econômico e social da região. Uma das técnicas mais utilizadas para estudos desta natureza é o sensoriamento remoto.

O sensoriamento remoto é uma das ferramentas mais utilizadas para o estudo da Terra por apresentar diversas vantagens em relação a outros métodos de coleta de dados da superfície terrestre. Dentre as vantagens, destacam-se a visão panorâmica de uma região, característica muito útil para estudos de fenômenos dinâmicos como é o caso do uso e da cobertura vegetal de uma área ou região (CENTENO, 2003).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o uso atual das terras e quantificar as áreas degradadas, decorrentes do processo de ocupação da zona ripária do Rio São Francisco nos municípios baianos de Casa Nova, Sobradinho, Juazeiro e Curaçá, com grande complexidade em virtude dos aspectos relativos aos sistemas de produção praticados e ao meio ambiente. A abordagem, com uso integrado de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, permite subsidiar o planejamento do uso sustentável dos recursos disponíveis na área em questão, dada à possibilidade de dimensionar os espaços ocupados por diferentes coberturas vegetais e usos da terra, bem como sua distribuição geográfica. A perspectiva é atender uma demanda crescente sobre o comprometimento ambiental nas zonas ripárias e seu entorno, nesses municípios.

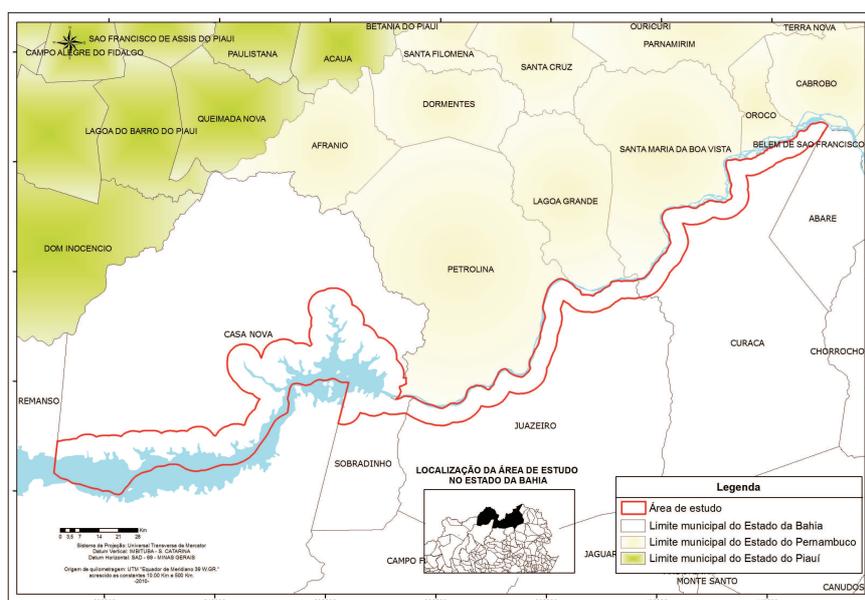
## Material e Métodos

### Caracterização do meio físico

#### Localização e extensão geográfica

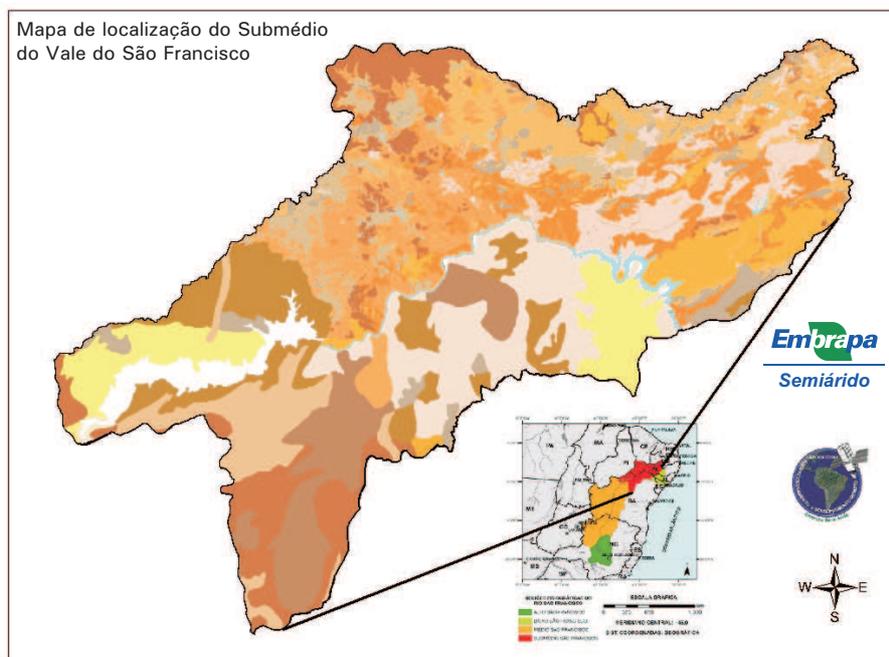
Neste estudo trabalhou-se numa faixa de até 6 km da margem do Rio São Francisco nos municípios baianos pertencentes à Rede Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE) – Petrolina-Juazeiro: Casa Nova, Sobradinho, Juazeiro e Curaçá, a partir da interpretação de imagens orbitais.

A área estudada possui, aproximadamente, 4.208,923 ha de extensão e sua posição geográfica enquadra-se entre as coordenadas 10°05'30'' e 8°24'47'' de latitude sul e 42°25'32'' e 38°52'23'' de longitude a oeste de Greenwich (Figura 1).



**Figura 1.** Área de estudo.  
Elaborado por: Tatiana Ayako Taura.

Os municípios de Casa Nova, Sobradinho, Juazeiro e Curaçá estão inseridos no Submédio do Vale São Francisco. A região é composta pelas sub-bacias do Rio Salitre, situado na margem direita do Rio São Francisco (Figura 2). A população em toda a região é de aproximadamente 2 milhões de habitantes (CODEVASF, 1999).



**Figura 2.** Mapa esquemático de localização do Submédio São Francisco. Elaborado por: Iêdo Bezerra de Sá.

### Geologia e material de origem

Nos municípios estudados, a geologia e o material originário exercem papel de grande importância na formação dos solos em função da grande variação litológica da região. Segundo Brasil (1974), ocorrem áreas do cristalino com predomínio de gnaisses, granitos, migmatitos e xistos, e áreas do cristalino recoberto por materiais mais ou menos arenosos, e ainda as áreas sedimentares recentes de depósitos fluviais Quaternários.

Os xistos e gnaisses micáceos contêm intercalações de quartzitos e calcários cristalinos. Os xistos são compostos por muscovita-biotita-estaurolita-xistos granatíferos, quartzo-micaxisto, clorita-biotita-xistos granatíferos e sericita-clorita-xisto. Os gnaisses são placosos ou em bancos cinza-claros a cinza-avermelhados, constituídos de quartzo, plagioclásio, muscovita e mais raramente biotita e granada (BURGOS; CALVACANTI, 1990). A cobertura pedimentar sobre rochas cristalinas

é constituída por materiais arenosos, areno-argilosos, argilo-arenosos e material macroclástico, principalmente concreções ferruginosas e seixos de quartzo.

É encontrada também, com certa frequência, pedregosidade superficial constituindo um “pavimento desértico” de calhaus e cascalhos de quartzo e quartzito, muitos já bastante ferruginizados, e concreções de ferro, onde ocorrem os Luvisolos Crômicos (Figura 3). São comuns os afloramentos de quartzo branco-leitoso e também afloramentos de micaxistos cinzento-oliváceo, porém, sem grande representatividade. Também foi observada a ocorrência de calcáreos da formação Caatinga na região de Juazeiro e Curaçá.

Foto: Manoel Batista de Oliveira Neto.



**Figura 3.** Pedregosidade superficial constituindo um “pavimento desértico” de calhaus e cascalhos de quartzo e quartzito.

### Relevo

A região estudada caracteriza-se por apresentar relevo plano a ondulado com vales muito abertos (Figura 4). Esta característica deve-se à menor resistência à erosão dos xistos, onde sobressaem formas abauladas esculpidas em rochas graníticas e gnáissica.



Figura 4: Tony Jarbas Ferreira Cunha.

Figura 4. Vista da área com relevo plano e suave ondulado.

A maior parte da região estudada está inserida na Depressão Sertaneja, que constitui uma superfície de pediplanação (depressão periférica do São Francisco) na qual ocorrem cristas e outeiros residuais e alguns inselbergues (BRASIL, 1974). As fases de relevo mais movimentadas são observadas em encostas onde a formação geológica parece ser mais rica em quartzo e quartzito e, portanto, mais resistentes à erosão (BURGOS; CALVACANTI, 1990).

### Clima

O clima predominante da região é o semiárido, com temperatura média anual de 27 °C, é do tipo BSw<sup>h</sup>, segundo a classificação de Koeppen. Em função das características de clima e temperatura associadas à localização geográfica intertropical e à limpidez atmosférica na maior parte do ano, a evapotranspiração potencial é muito alta, sobretudo na parte Norte do Vale, sendo da ordem de 3.000 mm anuais (BURGOS; CALVACANTI, 1990). Também é alta a insolação e baixa a umidade relativa do ar. O período seco é, predominante, com 6 a 8 meses, podendo atingir até 11 meses nas áreas de maior aridez. A precipitação pluviométrica média anual é da ordem de 400 mm a 650 mm (CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1989), que ocorre de forma irregular e concentrada de 2 a 3 meses do ano (novembro, dezembro e janeiro), podendo ocorrer chuvas intensas (120 mm a 130 mm) num período de 24 horas.

## Vegetação

A vegetação predominante em toda a área de estudo é a Caatinga hiperxerófila constituída por formações xerófilas, lenhosas, decíduais, normalmente espinhosas, com presença de plantas suculentas, tanto com padrão arbóreo como arbustivo, pouco densa a densa e com estrato herbáceo estacional (ANDRADE-LIMA, 1992). O porte mais elevado é definido pelas braúnas (*Schinopsis brasiliensis*), que podem alcançar até 20 m de altura. Também podem ser encontradas espécies de porte significativo como a faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*), imbirassu (*Pseudobombax simplicifolium*), aroeira (*Astronium urundeuva*) e imburana-de-cambão (*Bursera leptophloeos*).

A espécie de maior predominância na região é a jurema-preta (*Mimosa hostilis*), seguida pelo caroá (*Neoglaziovia variegata*), quebra-faca (*Cróton* sp), mororó (*Bauhinia cheilantha*), pinhão-brabo (*Jatropha pohliana*) (BURGOS; CALVACANTI, 1990).

Entre as cactáceas são encontradas espécies como xique-xique, (*Pilosocereus gounellii*), palmatória-de-espinho, (*Opuntia palmadora*), coroa-de-frade, (*Melocactus bahiensis*), rabo-de-raposa, (*Arrojadoa rhodantha*), mandacarus (*Cereus jamacaru*), facheiros, (*Pilosocereus pachycladus*) e quipás, (*Opuntia inamoena*). Nos locais onde predomina o jericó (*Selaginella convoluta*), ocorrem solos sem pedregosidade superficial. Em áreas abaciadas e passíveis de alagamento em alguns meses do ano, relacionadas com os Vertissolos Hidromórficos, a vegetação é menos densa, com espécies esparsas como alagadiço, jurema-preta e unha-de-gato (*Uncaria tomentosa*), ambas do gênero *Mimosa* (BURGOS; CALVACANTI, 1990).

## Solos

Na área de estudo foram observados solos pertencentes a diversas classes, encontrando-se desde solos pouco até muito evoluídos. Entre os solos regionais destacam-se Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Regolíticos, Cambissolos, Luvisolos, Planossolos, Vertissolos Plintossolos, Argissolos e Latossolos. A cobertura pedológica na área de estudo está intimamente relacionada com o clima, material de origem, vegetação e o relevo, sendo o material de origem o fator mais se destaca na diferenciação dos solos. Os Luvisolos, Planossolos e os Argissolos abrupto são altamente susceptíveis aos processos erosivos, principalmente quando manejados sem práticas conservacionistas.

### **Caracterização dos solos e da cobertura vegetal**

A metodologia empregada partiu do estudo preliminar das características ambientais do município, e em seguida o levantamento das imagens e aplicação de técnicas de processamento digital para fins de mapeamento. Segue, de forma detalhada, as etapas realizadas.

Obtenção, pré-processamento e processamento das imagens de satélite. Foram utilizadas imagens disponíveis gratuitamente do Banco de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do satélite Landsat TM5, com resolução espacial de 30 m. As seis cenas selecionadas do satélite que compõem a região são datadas, em setembro de 2008, das órbitas/pontos: 216/66 e 67, 217/66 e 67 e 218/66 e 67 e foram selecionadas pelos seguintes critérios: a cobertura de nuvens não ultrapassando a 10% do município; as datas de passagens no período de seca de setembro de preferência no mesmo período e nas mesmas condições de iluminação; critérios imprescindíveis para a etapa de classificação das imagens. As imagens foram georreferenciadas no programa Erdas da Leica a partir de pontos de controle coletados por GPS 60 CSX da Garmin e da base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em seguida, as imagens formaram cenas a partir do processo de mosaico por município em composição falsa-cor, RGB 543. Em todas as imagens foram aplicadas técnicas de realce e contraste para destacar os alvos na etapa de processamento. A projeção adotada foi a Universal Transversa de Mercator (UTM), datum WGS84, fuso 24L Sul.

Como a área de trabalho se refere às margens do Rio São Francisco, foi definida uma margem com largura de 6 km para a área de estudo por considerar que áreas situadas a mais de 6 km do rio apresentam baixa influência nos processos de assoreamento do mesmo. Ao longo da margem foi mapeada uma área com cerca de 4.208,92 km<sup>2</sup>.

Realizou-se um recorte das imagens somente com esta área. O processamento das imagens foi realizado no Spring versão 5.0 (Sistema de processamento de Informações Geográficas - INPE) que possui módulos de processamento de imagens com algoritmos de segmentação, e que integra formatos raster e vetorial no mesmo ambiente (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 1996). Nesta fase, as imagens recortadas passaram pelas seguintes etapas: segmentação; extração de regiões e classificação. A segmentação é uma técnica em que somente as regiões espacialmente adjacentes são agrupadas segundo algum critério de similaridade. O critério utilizado foi o valor espectral armazenado nos pixels onde se calculou

os atributos espectrais como: a média, a variância e a textura na imagem. Foram utilizados dois limiares: similaridade e área mínima. O limiar de similaridade foi estabelecido como o valor mínimo abaixo do qual duas classes são consideradas similares e agrupadas em uma única região. Se a diferença entre o valor do pixel e a média da região vizinha for maior que o valor de similaridade definido, o pixel não é agrupado àquela região. O limiar área mínima é o número mínimo de pixels necessários para que uma área fosse individualizada. Utilizou-se o limiar de similaridade 13 e de área mínima 70 pixels e estes valores foram escolhidos por apresentarem o melhor resultado durante o particionamento das classes espectrais semelhantes, ou seja, as classes semelhantes foram englobadas para uma mesma região nas imagens do satélite Landsat TM5 com resolução de 30 m.

A etapa de classificação teve como base a interpretação visual, atribuindo-se para cada intervalo espectral definida na etapa anterior, uma classe pré-definida. As classes de uso predominantes na área de estudo foram selecionadas com base no conhecimento prévio da área de estudo. Foram calculados os índices de vegetação da diferença normalizada, ou seja, o NDVI para cada cena, pois foi possível discriminar os diferentes tipos de vegetação. Segundo Liu (2006), os valores de NDVI mais alto indica que se trata de uma vegetação mais densa ou vegetação em pleno vigor de crescimento.

#### **Trabalho de verificação terrestre e pós-processamento**

O trabalho de verificação terrestre foi realizado durante o ano de 2009/2010 na fase de coleta de dados de campo. Foram percorridas as principais estradas e georreferenciadas as áreas representativas das classes pré-definidas na etapa de processamento de imagens. Isso auxiliou na verificação bases cartográficas, como imagens de alta resolução disponíveis no laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Semiárido, como Ikonos e Geoeye e o Mapa da Cobertura Vegetal e Uso das Terras do Bioma Caatinga – PROBIO na escala 1:250.000 de 2007.

Após a fase de classificação das imagens e trabalho de campo, foi realizada a pós-classificação editando-se as classes de uso e cobertura das terras que se confundiam nas imagens e não foram possíveis de diferenciar pelo classificador. As regiões foram convertidas em polígonos e realizada a suavização das bordas. Após esta etapa, foram calculadas as áreas para cada classe em km<sup>2</sup> e produzidos os mapas de

uso atual e cobertura da terra.

A definição das classes presentes na legenda dos mapas foi feita com base na interpretação visual das imagens e entrevista com especialistas em recuperação de áreas degradadas que informaram quais detalhes iriam compor o mapa. Foram classificadas em duas grandes classes: a) áreas não degradadas e, b) áreas degradadas.

Neste estudo, as áreas não degradadas compreendem os ambientes de vegetação natural preservados e sem interferência antrópica, principalmente com cultivos. As áreas degradadas compreendem os ambientes sob influência do homem, com retirada da vegetação original, seja a mata ciliar ou a Caatinga, e exploradas com cultivos e pastagens, e ocupadas com cidades e vilas.

Na classe de áreas não degradadas foram identificados corpos d'água, vegetação e dunas. A área com vegetação é composta de Caatinga arbustiva e a Caatinga subarbustiva. Segundo Morán et al. (1994), a individualização das classes de cobertura vegetal é proporcionada pelo sombreamento interno promovido por suas diferenças estruturais, tais como a formação de estratos e altura do dossel. Tal comportamento permite que haja individualização da Caatinga arbustiva e subarbustiva, desde que apresentem, também, uma taxa de sombreamento diferenciado. As áreas de dunas referem-se aos ambientes dominados por esta paisagem onde ocorrem os Neossolos Quartzarênicos. Nas classes de áreas não degradadas e degradadas, as subclasses são definidas conforme abaixo.

### **Áreas não degradadas**

**Vegetação** – Refere-se à vegetação lenhosa de porte que varia entre 2,0 m a 3,5 m de altura, podendo ainda se apresentar em diferentes classes de densidade de cobertura do solo (arbustiva) e à vegetação lenhosa de porte que varia entre 0,5 m a 2,0 m (subarbustiva). As densidades dos indivíduos no espaço geográfico variam de densa (> 80%), semi-densa (> 50<80%), aberta (> 30<50%) e rala (< 30%).

**Corpo d'água** – Aqui foram considerados, lagoas, represas e rios perenes ou perenizados.

**Dunas** – Ambiente composto por sedimentos arenoquartzosos, de formação eólica, onde se destacam Neossolos Quartzarênicos.

### Áreas degradadas

Áreas irrigadas – Foram consideradas aqui áreas irrigadas, que correspondem às áreas ocupadas, em parte, pelos perímetros de irrigação implantados pela CODEVASF ou em propriedades privadas de maior porte, onde se pratica uma agricultura tecnicamente assistida e relativamente bem orientada. Também, nesse ambiente, a vegetação ciliar em algumas propriedades ocorre associada à pequena irrigação, correspondendo à presença da vegetação ciliar consorciada com pequenas áreas irrigadas de culturas temporárias que utilizam como fonte hídrica a água contida nos aluviões dos leitos secos dos rios da região ou as águas superficiais neles represadas em pequenas lagoas ou represas.

Na definição dessa área foram considerados os ambientes onde a vegetação ciliar foi retirada completamente das margens do rio e os solos encontram-se altamente degradados e salinizados pelo uso agrícola. Foi também considerada a presença de chácaras, muitas das quais não preservaram a mata ciliar. Neste ambiente, a irrigação, em geral, está associada à áreas pouco produtivas por causa do manejo inadequado dos solos, caracterizando-se, de um modo geral, pela irrigação praticada por pequenos agricultores em extensas áreas descontínuas ao longo das margens do Rio São Francisco. Nelas, ocorre com grande frequência a presença de solos degradados por salinização, ocasionada, sobretudo, pela ausência de sistemas adequados de drenagem das águas. Por causa da ausência de um cadastro de imóveis rurais da região que fosse capaz de identificar as exceções dessa classe, também foram nela incluídas algumas empresas rurais que praticam uma irrigação de alta tecnologia e que não puderam ser individualizadas por estarem inseridas numa mesma região geográfica. Em muitas destas, a vegetação ciliar foi completamente retirada para cultivos de videira (*Vitis vinifera*) e mangueira (*Mangifera indica*). Consideraram-se também áreas de solo exposto que correspondem às áreas degradadas, improdutivas, não caracterizadas como desmatamentos ou solo em pousio.

Área de sequeiro e pastagens – Áreas utilizadas com lavouras, em condições de sequeiro, com os mais diversos tipos de cultivos. Também foram consideradas áreas de exploração agrícola, não caracterizada pelo uso intensivo de irrigação, embora dela possa fazer uso em caráter eventual. As pastagens referem-se à vegetação de

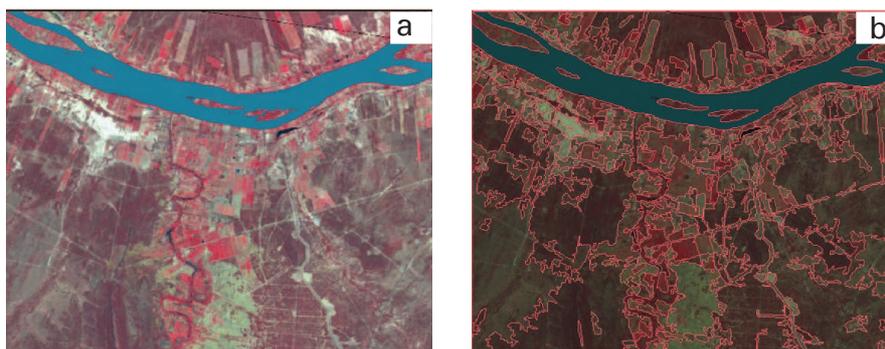
porte baixo, de até 0,5 m de altura, em que predomina o extrato herbáceo, formado por gramíneas nativas do semiárido, a exemplo do capim-panasco (*Aristida setifolia*), algumas leguminosas e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (Euphorbiaceas).

Área de influência urbana – Foram consideradas áreas onde estão localizadas as cidades, complexos industriais, aeroportos e vilarejos mais importantes da região.

Após definição dos parâmetros de classificação, utilizou-se o software Spring, o qual possui o módulo de segmentação que realiza automaticamente essas etapas.

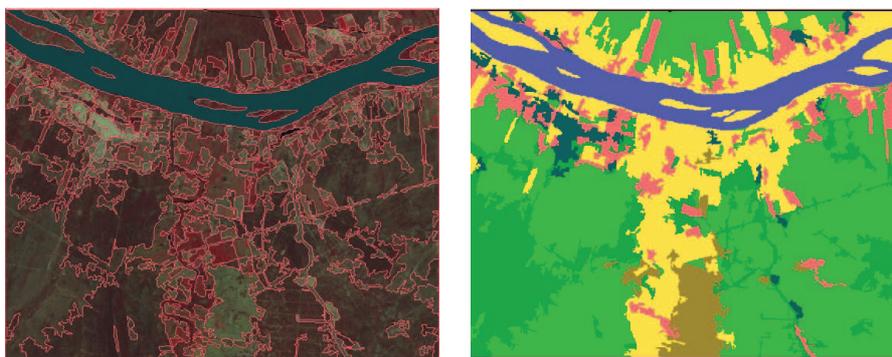
## Resultados e Discussão

A Figura 5 apresenta o recorte de uma região dentro da área estudo, com o resultado da segmentação utilizando-se os parâmetros para a classificação com o limiar de similaridade 6 e área de 20 pixels. Observou-se que o resultado da classificação foi satisfatório, pois segmentou em diversas regiões, com características comuns, considerando a resposta espectral de cada pixel e sua informação espacial. Também se observou que as áreas agrícolas, segmentaram-se em diversos polígonos, já que não são espectralmente uniformes por serem utilizadas com cultivos distintos e por estarem em estádios diferenciados de desenvolvimento fenológico.



**Figura 5.** Imagem em composição colorida sem segmentação (a) e imagem segmentada (b).  
Elaborado por: Tatiana Ayako Taura.

A Figura 6 apresenta o resultado da classificação após a segmentação. Observou-se que foi gerado um grande número de classes, sendo necessária uma reclassificação (competição entre classes), agrupando classes a partir de novos parâmetros estatísticos definidos na etapa anterior.



**Figura 6.** Imagem segmentada (a) e a imagem classificada (b).  
Elaborado por: Tatiana Ayako Taura.

Para os três municípios, na classe de áreas não degradadas foram identificados dois tipos de vegetação: a Caatinga arbustiva e a Caatinga subarbustiva. Exceção para o Município de Curaçá, onde se observou a Caatinga florestada. Segundo Morán et al. (1994) e Watrin et al. (1996), a individualização das classes de cobertura vegetal é proporcionada pelo sombreamento interno promovido por suas diferenças estruturais, tais como a formação de estratos e altura do dossel. Tal comportamento permite que haja individualização da Caatinga arbustiva e subarbustiva, desde que apresentem, também, uma taxa de sombreamento diferenciado.

Na Tabela 1 pode-se observar a distribuição das áreas para o Município de Casa Nova.

**Tabela 1.** Classes e quantificação de áreas degradadas e não degradadas na área de estudo no Município de Casa Nova, BA.

Classe	Área (Km <sup>2</sup> )	% da área estudada
<b>Áreas não degradadas</b>		
Vegetação	964,164	35,93
Caatinga arbustiva	525,190	19,57
Caatinga subarbustiva	334,210	12,45
Caatinga rala	104,764	3,90
Corpo d'água	939,230	35,00
Dunas	159,370	5,94
<b>Áreas degradadas</b>		
Área irrigada	78,952	2,94
Área de sequeiro e pastagens	534,613	19,92
Área urbana	7,374	0,27
Área total	2.683,703	100

Em relação às áreas não degradadas, a Caatinga arbustiva apresenta a maior área, perfazendo 19,57% da área total estudada. A Caatinga subarbustiva perfaz 12,45% e a Caatinga rala perfaz 3,90% da área total.

No que diz respeito às áreas degradadas, a maior parte está dominada pela exploração agrícola de sequeiro, com cultivos diversos e pastagens. Nesta subclasse a vegetação original foi completamente retirada, sendo substituída por cultivos de videira, mangueira, coqueiro, bananeira, goiabeira, aceroleira, hortaliças diversas, perfazendo 19,92% da área de estudo. Já a área irrigada compreende 2,94% da área total do estudo. Nesta subclasse, foram observados solos altamente degradados (salinizados, decapitados e grandes ambientes abandonados, pois já não mais se prestam ao uso). Observou-se que a vegetação ciliar foi praticamente toda retirada para dar lugar a áreas de cultivos e de pastagem (exploração animal). Em muitas destas áreas, a vegetação formada por algaroba tem sido a mais resistente para suportar a salinização dos Neossolos e Cambissolos flúvicos que margeiam todo o rio ao longo do Município de Casa Nova.

A área de influência urbana relacionada às cidades, vilas, indústrias, chácaras, etc., perfaz 0,27% da área de estudo. A área de corpo d'água representa 35,00% da área total estudada para o Município de Casa Nova, que perfaz um total de 2.683,703 km<sup>2</sup>.

Na Tabela 2 pode-se observar a distribuição das áreas para o município de Juazeiro.

**Tabela 2.** Classes e quantificação de áreas degradadas e não degradadas na área de estudo no Município de Juazeiro, BA.

Classe	Área (Km <sup>2</sup> )	% da área estudada
<b>Áreas não degradadas</b>		
Vegetação	341,770	47,04
Caatinga arbustiva	174,862	24,07
Caatinga subarbustiva	166,907	22,97
Corpo d'água	2,790	0,38
Sem informação (nuvem)	10,585	1,46
<b>Áreas degradadas</b>		
Área irrigada	121,018	16,66
Área de sequeiro e pastagens	210,648	28,99
Área urbana	39,736	5,47
Área total	726,546	100

Para o Município de Juazeiro, no que diz respeito às áreas não degradadas, a Caatinga arbustiva apresenta a maior área, perfazendo 24,07% da área total estudada. Neste município, a Caatinga subarbustiva perfaz 22,97% da área total estudada. Corpos d'água perfazem 0,38% e áreas sem informação por causa da presença de nuvens e sombras perfazem 1,46% da área estudada.

No que diz respeito às áreas degradadas, a maior parte esta dominada pela área de sequeiro e pastagens, compreendendo 28,99% da área total do estudo. Nesta subclasse, foram observados solos altamente degradados (salinizados, decapitados e grandes ambientes abandonados, pois já não mais se prestam ao uso). Observou-se que

a vegetação ciliar foi praticamente retirada e substituída por cultivos. Observou-se, também, áreas de salinização, onde a vegetação de algaroba tem sido a mais resistente para suportar a salinização dos Neossolos e Cambissolos flúvicos que margeiam todo o rio ao longo do município.

As áreas de exploração agrícola sob sistemas de irrigação, com cultivos diversos, vêm, em seguida, com 16,66% da área de estudo. Nesta subclasse, a vegetação original foi completamente retirada dando lugar a cultivos de videira, mangueira, coqueiro, bananeira, goiabeira, aceroleira, hortaliças diversas, entre outras. A área de influência urbana relacionada à cidade, vilas, indústrias, chácaras, etc., perfaz 5,47% da área de estudo. Já a pastagem natural (áreas de campos nativos) perfaz 28,99% da área total estudada que, para o Município de Juazeiro foi de 726,546 km<sup>2</sup>.

Na Tabela 3 pode-se observar a distribuição das áreas no município de Curaçá.

**Tabela 3.** Classes e quantificação de áreas degradadas e não degradadas na área de estudo no Município de Curaçá, BA.

Classe	Área (Km <sup>2</sup> )	% da área estudada
<b>Áreas não degradadas</b>		
Vegetação	550,370	85,12
Caatinga florestada	35,850	5,54
Caatinga arbustiva	514,519	79,58
Corpo d'água	10,867	1,68
<b>Áreas degradadas</b>		
Área irrigada	56,727	8,77
Área de sequeiro e pastagens	26,732	4,13
Área urbana	1,871	0,29
Área total	646,566	100

Para o Município de Curaçá, no que diz respeito às áreas não degradadas, a Caatinga arbustiva apresenta a maior área, perfazendo 79,58 % da área total estudada. Neste município a Caatinga florestada perfaz 5,54 % e Corpos D'água 1,68% da área total estudada.

No que diz respeito às áreas degradadas, a maior parte está dominada por áreas irrigadas e bastante degradada, com cultivos diversos. Nesta

subclasse, a vegetação original foi completamente retirada dando lugar a cultivos de mangueira, coqueiro, bananeira, goiabeira, aceroleira, hortaliças diversas, chácaras, etc., perfazendo 8,77% da área de estudo. Já a área sob sequeiro e pastagens, compreende 4,13% da área total do estudo. Observou-se que a vegetação ciliar foi praticamente toda retirada para dar lugar a áreas de cultivos e de exploração animal. Em muitas dessas áreas, a vegetação de algaroba tem sido a mais resistente à salinização dos Neossolos e Cambissolos flúvicos que margeiam todo o rio ao longo do município.

A área de influência urbana relacionada às cidades, vilas, indústrias, chácaras, etc., perfaz 0,29% da área total estudada que, para o Município de Curaçá, totalizou 646,566 km<sup>2</sup>.

Na Tabela 4 pode-se observar a distribuição das áreas no Município de Sobradinho.

**Tabela 4.** Classes e quantificação de áreas degradadas e não degradadas na área de estudo no Município de Sobradinho, BA.

Classe	Área (Km <sup>2</sup> )	% da área estudada
<b>Áreas não degradadas</b>		
Vegetação	66,178	43,51
Caatinga subarbustiva	49,023	32,23
Caatinga arbustiva	17,155	11,28
Corpo d'água	45,395	29,84
Sem informação (nuvem)	0,164	0,11
<b>Áreas degradadas</b>		
Área irrigada	11,532	7,58
Área de sequeiro e Pastagens	23,820	15,66
Área urbana	5,017	3,30
Área total	646,566	100

Em relação às áreas não degradadas, a Caatinga subarbustiva apresenta a maior área, perfazendo 32,23% da área total estudada. A Caatinga arbustiva perfaz 11,28% da área total e os corpos D`água; nuvens e sombras perfazem 29,84% e 0,11%, respectivamente.

No que diz respeito às áreas degradadas, a maior parte está dominada pela área irrigada, que compreende 7,58% da área total do estudo. Nesta subclasse, foram observados solos altamente degradados (salinizados, decapitados e grandes ambientes abandonados, pois apresentam-se impróprios ao uso. Observou-se que a vegetação ciliar foi praticamente toda retirada para dar lugar a áreas de cultivos e de pastagem (exploração animal). Em muitas destas áreas, a vegetação formada por algaroba tem sido a mais resistente à salinização dos Neossolos e Cambissolos flúvicos que margeiam todo o rio ao longo do Município de Sobradinho. A área de sequeiro e pastagens, vem em seguida, representando 15,66% da área total estudada.

A área de influência urbana relacionada às cidades, vilas, indústrias, chácaras, etc., perfaz 3,30% da área total estudada para o Município de Sobradinho, que perfaz um total de 152,106 km<sup>2</sup>.

Verificou-se neste estudo, no que se refere à área total estudada em cada município, que em relação ao percentual de áreas degradadas (a de maior importância, neste estudo, para as questões relacionadas à degradação da mata ciliar) o Município de Juazeiro teve maior destaque com 51,12%, seguido pelo Município de Sobradinho (34,12%), Casa Nova (23,13%) e Curaçá (13,19%). Provavelmente, este comportamento esteja ligado à maior presença de empresas agrícolas que são bastante ocorrentes no Município de Juazeiro.

Observou-se em todos os municípios que as áreas de sequeiro e pastagens são mais expressivas do que as áreas irrigadas. A maior área urbana foi verificada no Município de Juazeiro, como esperado. No que diz respeito às áreas com cobertura vegetal, o Município de Casa Nova apresentou a maior área (964,164 km<sup>2</sup>) seguidos pelos municípios de Curaçá, Juazeiro e Sobradinho, com (550,370 km<sup>2</sup>, 341,770 km<sup>2</sup> e 66,178 km<sup>2</sup>, respectivamente). A Caatinga arbustiva se destacou em todos os municípios em relação à subarbustiva, rala e florestada.

De modo geral, pode-se dizer que nos quatro municípios, praticamente toda a vegetação ciliar foi retirada e que a grande maioria dos solos relacionados aos sedimentos fluviais encontra-se com elevado grau de salinização (em grau mais ou menos elevado) e degradação, como perda

do horizonte superficial. Muitos já estão improdutivos e, por causa do elevado nível de salinização, as espécies nativas não conseguem se regenerar, cedendo lugar a plantas invasoras com é o caso da algaroba. As áreas que, por normas legais não poderiam ter sido desmatadas (toda a área de vegetação ciliar e áreas impróprias para a agricultura, etc.), devem ser recuperadas por meio da regeneração natural ou de incentivos de políticas públicas.

A degradação ambiental da zona ripária do Rio São Francisco nos municípios estudados, não deixa dúvidas de que a falta de conhecimento por parte dos ribeirinhos de práticas de manejo conservacionistas, baixo controle e fiscalização dos órgãos competentes, têm sido um dos fatores de grande influência no aumento dos desmatamentos e queimadas da vegetação ciliar, cujo ritmo se modifica claramente em função dos processos de ocupação (sejam em assentamentos ou projetos agrícolas) e organização de atividades, respaldados por políticas públicas e projetos governamentais.

Compreender a situação atual destes processos de ocupação espacial tem enorme valor intrínseco que se amplia ao fornecer bases sólidas para atender uma demanda crescente de conhecimento sobre o comportamento ambiental na zona ripária e áreas adjacentes nos municípios estudados. Comportamento semelhante foi verificado em municípios da margem esquerda do Rio São Francisco (Petrolina, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista) em estudos realizados por Cunha et al. (2009).

## Conclusões

O Município de Juazeiro apresentou maior proporção percentual de áreas degradadas (51,12%), seguido pelo Município de Sobradinho (34,12%), Casa Nova (23,13) e Curaçá (13,19%).

As áreas com vegetação de Caatinga arbustiva se destacam na maioria dos municípios estudados, sendo a maior área observada no Município de Casa Nova (525,190 km<sup>2</sup>). Em termos de cobertura vegetal, o Município de Casa Nova apresentou a maior área (964,164 km<sup>2</sup>)

O uso atual das terras, nos três municípios, está relacionado à presença de áreas antropizadas, áreas de influência urbana, áreas sob cultivos e áreas sob pastagem natural. Muitas destas áreas são exploradas sem obedecer as leis ambientais o que tem contribuído para o assoreamento do Rio São Francisco.

Na sua maioria, todas as áreas de sedimentos aluvionares ocupadas com sistemas agropecuários, nos municípios estudados (áreas antropizadas), evidenciam sérios problemas de salinização e perda da camada superficial do solo. Os desmatamentos e as práticas inadequadas de uso dos recursos florestais da mata ciliar nos municípios estudados retratam o modo de ocupação caracterizado pela contínua incorporação de recursos naturais.

O conhecimento do uso da terra nos municípios estudados permitiu detectar a existência de forte pressão sobre as áreas de vegetação ciliar, bem como em áreas de vegetação primária, para a implantação de projetos agrícolas, assentamentos rurais e implantação de chácaras, estimulando a degradação dos solos e vegetação, cujo fenômeno está ligado à ausência de um manejo adequado e desrespeito à legislação ambiental. A conversão de áreas ocupadas com sistemas agropecuários para áreas de vegetação ciliar exige a implementação de políticas públicas direcionadas para a recuperação das áreas ribeirinhas degradadas, incluindo a preocupação com a relocação de produtores e/ou empresas agrícolas ou incentivos à mudança no uso das terras que margeiam o Rio São Francisco.

O comportamento observado no uso e ocupação das terras na margem direita do Rio São Francisco não difere daquele já estudado em municípios da margem esquerda (Petrolina, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista).

## Referências

ANDRADE-LIMA, D. O. **O domínio das caatingas**. Recife: UFRPE, 1992. 48 p.

BRASIL. Ministério do Interior. **Mapa geológico**. Recife: Sudene Divisão de Solos-DRN, 1974. 1 mapa. Escala 1:25.000.000.

BURGOS, N.; CALVACANTI, A. C. **Levantamento detalhado de solos da área de sequeiro do CPATSA**. Petrolina: Embrapa-CPATSA; Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS 1990. (Embrapa-CPATSA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38. Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

CALDERANO FILHO, B. **Visão sistêmica como subsídios para o planejamento ambiental da microbacia do Córrego Fonseca**. 2003. 240 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CODEVASF (Brasília, DF). **Inventário de projetos**. 3.ed. rev. atual. Brasília, DF, 1999. 223 p., il.

CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 22., 1989, Recife. **Guia de excursão...** Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1989. 72 p. Editores: Paulo Klinger T. Jacomine, Luiz Bezerra de Oliveira, Antonio Cabral Cavalcanti.

CUNHA, T. J. F.; SA, I. B.; TAURA, T. A.; ALVAREZ, I. A.; PETRERE, V. G.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, M. S. L. da; LUCENA, A. M. A. de; OLIVEIRA, W. da S. **Uso atual e quantificação de áreas com vegetação degradada na margem do Rio São Francisco em municípios do Estado de Pernambuco.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 39 p. il. color. (Embrapa Semiárido. Documentos, 225). Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public\\_eletronica/downloads/SDC225.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC225.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2011.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto.** Campo Grande: Editora UNIDERP, 2006. 908 p.

MORÁN, E. F.; BRONDÍZIO, E. S.; MAUSEL, P. Secondary succession. **Research & Exploration**, [Washington, D.C.], v. 10, n. 4, p. 458-476, 1994.

SANTOS, D. G. dos; ROMANO, P. A. Conservação da água e do solo, e gestão integrada dos recursos hídricos. **Revista Política Agrícola**, Brasília, DF, ano XIV, n. 2, p. 51, abr./maio/jun. 2005.

WATRIN, O. dos S.; SANTOS, J.R.; VALÉRIO FILHO, M. Análise da dinâmica na paisagem do nordeste paraense através de técnicas de geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996. 1 CD-ROM.



Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**



CGPE 9785